



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **07170223 A**(43) Date of publication of application: **04.07.95**

(51) Int. Cl.

H04B 7/26**H04J 13/04****H04L 27/22**(21) Application number: **05313018**(22) Date of filing: **14.12.93**(71) Applicant: **HITACHI LTD**(72) Inventor: **KOBAYASHI NAOYA
YANO TAKASHI
DOI NOBUKAZU**(54) **SYSTEM AND DEVICE FOR CDMA MOBILE COMMUNICATION**

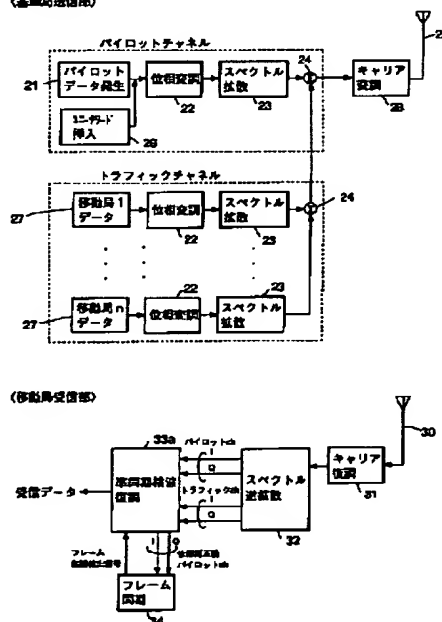
(57) Abstract:

PURPOSE: To prevent the throughput of a traffic channel from being lowered and to eliminate the malfunction of a PLL and characteristic degradation at the reception part of a mobile station by inserting a unique word for frame synchronism to a pilot to be a reference signal for each frame cycle.

CONSTITUTION: The transmission part of a base station inserts the unique word, which is generated by a unique word inserting part 26, to pilot data generated from a data generating part 21 for each frame cycle at a pilot channel. Afterwards, circuits 22 and 23 perform phase modulation and spectrum diffusion. At the reception part of the mobile station, a radio signal transmitted from the base station is carrier-demodulated by a demodulation circuit 31 and inversely diffused later by an inverse spectrum diffusion circuit 32. At a frame synchronizing circuit 34, the unique word is searched while using a pilot ch phase- corrected by a subordinate synchronizing detection demodulating part 33a and a frame head detect signal is outputted to the subordinate synchronizing detection demodulating part 33a so that

the received data can be demodulated at suitable timing.

COPYRIGHT: (C)1995,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-170223

(43) 公開日 平成7年(1995)7月4日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 4 B 7/26

H 0 4 J 13/04

H 0 4 L 27/22

7605-5K

H 0 4 B 7/26

P

H 0 4 J 13/00

G

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 12 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願平5-313018

(22) 出願日

平成5年(1993)12月14日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 小林 直哉

東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(72) 発明者 矢野 隆

東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(72) 発明者 土居 信数

東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

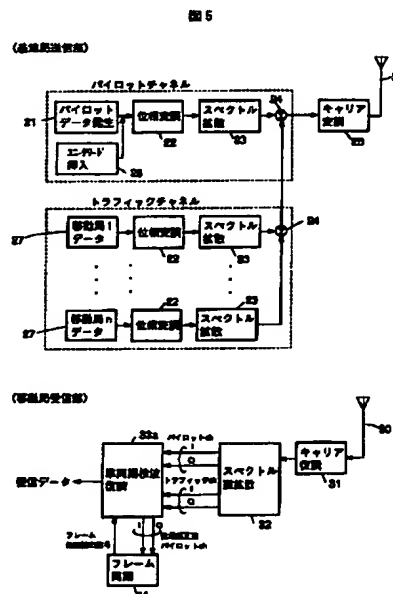
(74) 代理人 弁理士 小川 勝男

(54) 【発明の名称】 CDMA移動通信システムおよび装置

(57) 【要約】

【目的】 基地局の送信部におけるトラフィックチャネルのスループットを向上させ、移動局の受信部で、位相誤差の大きな変動に対してもPLLの誤動作を防止できるCDMA移動通信システムの提供を目的とする。

【構成】 基地局の送信部において、パイロットチャネルのみにユニークワードをフレーム周期毎に挿入し、これと同期してデータの多重化と変調を行う。一方、移動局の受信部では、準同期検波復調装置に同期状態監視、切替え制御、位相誤差判定の回路を設け、同期状態、非同期状態を常に監視するとともに、状態に応じて適切な位相差補正処理を行う。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 基地局が、パイロットチャネルに周期的にフレーム同期信号を挿入し、該パイロットチャネルの信号と各移動局宛のトラフィックチャネルの信号とをそれぞれスペクトル拡散して空中に送出し、各移動局が、パイロットチャネルの受信信号からフレーム同期信号を抽出し、トラフィックチャネルの受信信号から上記フレーム同期信号に基づいてデータを復調することを特徴とするCDMA移動通信システム。

【請求項2】 フレーム周期毎にユニークワードが挿入されたパイロット信号を生成する手段と、上記パイロット信号を位相変調する手段と、複数の移動局宛のデータを上記位相変調されたパイロット信号と同期して位相変調する手段と、上記位相変調されたパイロット信号およびデータをそれぞれスペクトル拡散する手段と、上記スペクトル拡散された複数の信号を多重化する手段と、多重化出力をキャリア変調して送信する手段とからなる送信部を備えることを特徴とするCDMA移動通信システムの基地局装置。

【請求項3】 受信されたスペクトル拡散信号をキャリア復調する手段と、上記復調出力をスペクトル逆拡散してパイロット信号およびデータ信号として出力する手段と、逆拡散されたパイロット信号とデータ信号のそれぞれの位相を補正するための手段と、位相補正後のパイロット信号についてフレーム同期及び準同期検波を行う手段と、位相補正後のデータをパイロット信号に同期して復調する手段とからなる受信部を備えることを特徴とするCDMA移動通信システムの移動局。

【請求項4】 前記受信部が、前記位相補正後のパイロット信号からフレームの先頭を検出する手段と、フレームの先頭検出信号の出力タイミングで前記位相補正後のデータ信号を復調する手段と、前記位相補正後のパイロット出力の振幅を正規化する手段と、正規化後のパイロット信号と参照信号との位相差を算出する手段と、該位相差の大きさに基づいて位相の同期状態を監視する手段と、同期状態または非同期状態により信号の切り替え制御を行う手段と、該切り替え制御手段の出力に応じて位相差を補正する手段と、補正後の位相差の雑音成分を除去するループフィルタと、該ループフィルタ出力を積分する手段と、該積分結果に応じた位相の正弦波を発生する手段とを備え、前記位相補正手段が上記正弦波を用いてパイロット信号の位相を回転補正することを特徴とする請求項3に記載のCDMA移動通信システムの移動局。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、スペクトル拡散通信を用いた符号分割多元接続 (CDMA: Code Division Multiple Access) 移動通信システムに係り、特にトラフィックチャネル（データ

伝送用の通信チャネル) のスループットに優れたCDMA移動通信システムおよび基地局、移動局装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 スペクトル拡散を用いたCDMAセルラ移動無線通信システムにおいては、例えば図1に示すように、基地局11、12、13が、それぞれセル14、15、16内に存在する全移動局101~106を管理し、基地局経由で移動局間の通信を行っている。無線回線制御局17は、基地局の上位階層として接続されており、通信要求のあった移動局と相手局との交換制御を行う。基地局から移動局への通信回線（フォワードリンク）では、パイロット信号を常時送信する。パイロット信号は、移動局にとって重要な基準信号となるものであり、移動局はこれを基準信号として、データの復調、電力制御、ハンドオフ等の処理を行う。

【0003】 ハンドオフは、例えば、図1のセル境界近傍に位置する移動局103の場合、現在位置のセル14を管轄する基地局11からのパイロット信号の受信電力と、隣接セル15を管轄する基地局12からのパイロット信号の受信電力とを比較し、大きい方の基地局に接続を切り替えることで実現される。

【0004】 図2に、基地局送信部及び移動局受信部の一般的な構成を示す。パイロット信号は、パイロットチャネルにおいて、パイロットデータ発生部21より発生されるデータ（一般にオール「0」またはオール「1」の既知のデジタル系列）を、位相変調部22でデジタル位相変調することによって生成される。

【0005】 トラフィックチャネルでは、パイロット信号と同期して、データ発生部27から出力される各移動局1~n宛のデータ信号を、位相変調部22で位相変調した後、スペクトル拡散する。同期チャネルは、フレーム同期用の専用チャネルであり、パイロットチャネルと同期して同期チャネルデータ部25より同期chデータを発生し、これを位相変調部22により位相変調する。同期チャネルでは、同期chデータがユニークワードをヘッダとするフレーム構成として送信される。

【0006】 ユニークワードは特殊なデジタル系列であり、受信側では、復調部におけるフレーム同期処理によってこれを捕捉し、捕捉時点のヘッダ位相からフレームの先頭を正しく検出することによって、適切なタイミングでデータの復調を行うことができる。

【0007】 各チャネルの出力は、スペクトル拡散部23でスペクトル拡散され、多重化部24で多重化される。各スペクトル拡散部23では、直交符号（疑似ランダム符号にWalsh符号を乗じたもの）を用いることにより、パイロット、トラフィック、同期の各チャネルを区別している。スペクトル拡散後の信号は、キャリア変調部28でキャリア変調され、アンテナ29を介して無線伝送される。

【0008】一方、移動局では、基地局からの無線信号をアンテナ30を介して受信し、キャリア復調部31で復調した後、スペクトル逆拡散部32において、基地局と同一、かつ位相の同期した直交符号により逆拡散を行う。この逆拡散において、基地局が割り当てられた直交符号を用いることによって、パイロット、同期、トラフィックの各チャンネルを容易に選択抽出できる。スペクトル逆拡散後の各チャンネルの出力（パイロットch、トラフィックch、同期ch）は、2次元のベースバンド信号I、Qである。データの復調は、準同期検波復調部33において、パイロット信号の位相を基準として、トラフィックチャンネルを同期復調することによって実現される。

【0009】一般に、移動局では、データの復調に際して、パイロット信号の絶対位相を知る必要がある。準同期検波復調は、この目的を実現するための有用な手段であり、PLL（Phase Locked Loop）を用いて、受信信号と同期した周波数と位相を再生し、検波復調するものである。フレーム同期部34では、準同期検波復調部33から出力される位相補正後の同期chよりユニークワードを探索することによって、フレーム先頭検出信号を出力する。該フレーム先頭検出信号により、該準同期検波復調は、正しいタイミングで受信データを復元することが可能となる。

【0010】尚、この種の装置に関連する従来技術としては、例えば、米国特許コルコム社：システム アンド メソッド フォー ジェネレーティング シグナル ウェーブフォームズ イン ア シーディーエムエー セルラー テレフォン システム (SYSTEM AND METHOD FOR GENERATING SIGNAL WAVEFORMS IN A CDMA CELLULAR TELEPHONE SYSTEM, U.S. PATENT NO. 5103459, A P R. 7, 1992) がある。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】 然るに、従来に技術においては、図2に示したように、フレーム同期用チャンネルがトラフィックチャンネルを1チャンネル分占有することになるため、同時通話数の損失とスループットの低下を招く。

【0012】上記問題点は、本発明の実施例で詳述するように、基地局送信部において、パイロットチャンネルのみにユニークワードを挿入する方式によって解決される。この場合、パイロット信号にユニークワードのように不規則に位相の変化するデータが含まれていると、以下に述べるように、実際よりも大きな位相誤差が出力され、PLLの特性を劣化させるという新たな問題が発生する。

【0013】図3は、ユニークワードの挿入されたパイロットフレーム構成の一例を示す。ここでは、パイロット信号IとQは、それぞれ960ビットからなるフレームを構成しており、そのうち先頭32ビットに特殊系列

としてのユニークワードを、残りの部分にパイロットデータを割り当てている。

【0014】このような構成をもつフレームに対して、例えば図4に示すQPSK変調を行った場合、パイロットデータ（オール「0」）は信号点Aとして、ユニークワードは信号点A、またはCとして送信されることになる。従って、ユニークワードが受信された場合、図4に示すように、正規化後の受信点は、「0」に対してはP、「1」に対してはP' になる。

【0015】ここで、受信点が信号点AまたはCと完全に一致しない理由は、伝送路雑音やフェージング、PLLの位相制御誤差等に起因する劣化要因の影響による。すなわち、P' はパイロットデータとして本来期待されない受信点であり、参照信号点Aに対する受信点P' の位相誤差は180度近くになってしまう。これはPLLの誤動作の原因となる。

【0016】従来技術では、ループフィルタの時定数を十分長くし、急激な位相変動に対する追従性を遅くすることによって、上記問題を或る程度解消することができるが、位相誤差の影響を完全になくすことはできない。このため、復号誤り率特性が劣化し、時定数をあまり長くすると、受信信号の位相変動に対する追従性が悪くなる。すなわち、従来の準同期検波復調装置では、大きな位相変動に弱く、PLLパラメータの最適な設定が難しいという問題があった。

【0017】本発明の目的は、トラフィックチャンネルのスループット低下を防止したCDMA移動通信システムを提供することにある。

【0018】本発明の他の目的は、受信信号中に大きな位相変動があった場合でも、移動局の受信部におけるPLLの誤動作と特性劣化のないCDMA移動通信システムを提供することにある。

【0019】本発明の他の目的は、CDMA移動通信システムにおける基地局および移動局の新規な構成を提供することにある。

【0020】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するために、本発明のCDMA移動通信システムでは、基地局が、基準信号となるパイロットにフレーム周期毎にフレーム同期のためのユニークワードを挿入し、このパイロット信号とトラフィックチャンネルのデータをそれぞれ位相変調、スペクトル拡散した後、多重化して空中に送信する。一方、各移動局側では、パイロットチャンネルの受信信号からフレーム同期信号を抽出し、トラフィックチャンネルの受信信号から上記フレーム同期信号に基づいてデータを復調する。

【0021】更に詳述すると、各移動局の受信部は、同期状態監視手段と切替え制御手段と位相誤差判定手段とからなる準同期検波復調装置を備え、上記準同期検波復調装置で、送信及び受信信号間の周波数及び位相が同期

しているか否かを常時監視し、状態に応じて適切な位相差補正を行う。

【0022】上記同期状態監視手段は、受信信号と装置内の基準信号との位相差が設定値以上の場合は誤り状態と見做し、平均誤り率が予め設定しておいた許容値よりも小さい場合は同期状態、それ以外は非同期状態と判断する。同期状態にある時、切替え制御手段は、位相差判定手段によって受信信号と装置内基準信号との位相差が設定値以上か否かを判定し、設定値以上の場合はこれを0とするか、受信信号の位相を反転させた後にPLLを動作させ、そうでない場合は上記位相差をPLLへの入力として通常の処理を行うモードを選択する。一方、非同期状態にある時は、切替え制御手段は、再び同期状態となるまで通常の引込み動作するモードを選択する。

【0023】

【作用】本発明の構成によれば、基地局の送信部において、パイロットチャンネルのみにユニークワードを挿入すればよいため、同期チャンネルが不要となり、結果的にスループットを向上できる。また、移動局の受信部では、トラフィックチャンネルよりも高い送信電力（通常10dB程度以上）で出力されるパイロットチャンネルを用いてフレーム同期を取ることができ、従来よりも高いS/N（信号対雑音電力比）でデータの復調を行える。

【0024】

【実施例】以下、本発明によるCDMA移動通信システムの実施例を図面を参照して説明する。

【0025】図5は、本発明によるCDMA移動通信システムの主要部となる基地局の送信部と、移動局の受信部の構成を示す。図において、基地局の送信部は、パイロットチャンネルでは、データ発生部21から発生するパイロットデータに対し、ユニークワード挿入部26により発生したユニークワードをフレーム周期毎に挿入する（図3参照）。この後、回路22、23により位相変調とスペクトル拡散を行う。トラフィックチャンネルは、従来システムのものと同じであり、データ発生部27から各移動局1～n宛のデータを発生し、回路22、23により位相変調とスペクトル拡散を行う。パイロットチャンネルの出力と、トラフィックチャンネルの出力は、多重化回路24で同期多重化され、多重化された信号は、変調回路28によってキャリア変調された後、アンテナ29より無線信号として送信される。

【0026】本発明では、基地局の送信部において、パイロットにユニークワードが挿入されたフレーム構成となっているため、従来システムのようなフレーム同期専用のチャンネルを用意する必要がない。このため、各移動局は、パイロットでフレーム同期を取ることが可能となり、結果的にトラフィックチャンネルのロスをなくすることができる。

【0027】移動局の受信部では、基地局より送信された無線信号をアンテナ30で受信し、復調回路31でキ

ャリア復調した後、スペクトル逆拡散回路32で逆拡散する。逆拡散出力は、2次元のベースバンド信号I、Qであり、各チャンネル（パイロットch、トラフィックch）は直交符号により容易に選択抽出できるようになっている。各チャンネルの出力は、準同期検波復調部33aに入力される。フレーム同期回路34は、準同期検波復調部33aにより位相補正されたパイロットchを用いてユニークワードを探索し、フレーム先頭検出信号を該準同期検波復調部33aに出力することによって、適切なタイミングで受信データを復調する。

【0028】既に述べたように、上記CDMA変復調においては、基地局が送信するパイロットにユニークワードが混在しているため、移動局側における準同期検波復調に際して、ユニークワードに起因するフレーム周期毎の大きな位相変動が、誤動作の要因となる。この問題は、準同期検波復調部33aを例えば次のように構成することによって解決できる。

【0029】図6は、準同期検波復調部の構成の1例を示す。図において、Xi、Xqはパイロット信号（ユニークワードが挿入されている）のスペクトル逆拡散出力であり、それぞれベースバンドの同相成分I、直交成分Qを表す（図5参照）。パイロット逆拡散出力Xi、Xqは、位相補正部1で位相回転が行われ、Yi、Yqに補正される。位相の回転量は、VCO（Voltage Controlled Oscillator）7から出力された値φn（nは時刻）、詳しくはこれを正弦波発生させた信号（cos φn、sin φn）により制御される。

【0030】位相補正後の出力Yi、Yqは、パイロット復調信号として振幅正規化部2に送られ、振幅正規化部2では、Yi、Yqをそれぞれその2乗和の平方根（すなわち原点からの距離）で割ることにより、出力Yi'、Yq'を得る。

【0031】本発明においては、Yi、Yqをフレーム同期34に入力しており、パイロット信号よりフレーム先頭検出信号を得ている。ここで、フレーム先頭検出信号は、フレームの先頭ビットが到来する毎に出力される1ビット幅の矩形パルス信号であり、データ復調部9に入力される。位相差算出部3では、該振幅正規化出力Yi'、Yq'と参照信号4との位相差Δφnを計算し、出力する。ここで参照信号は、理想的なパイロット受信信号（オール「0」またはオール「1」のデジタル系列であるが、ここではオール「0」と仮定する）として期待される信号であり、図4における信号点Aに相当する。すなわちΔφnは、該参照信号点Aに対する正規化後の受信点P（Yi'、Yq'）の位相に相当する。変調方式としては、移動通信でよく知られたQPSK（Quadruple Phase Shift Keying）を用いており、図4はその信号点配置を示す。

【0032】本実施例においては、移動局は、同期状態監視部10、切替制御部11、位相差判定部12、及び

10

20

30

40

50

位相差補正 2 (51) を備えている。同期状態監視部 10 では、後に詳述するように、該位相誤差の値を常時監視し、その値により同期している平均確率（以下、「同期率」と呼ぶ）を推定する。同期、非同期の判定を次のように行う。

【0033】すなわち、同期率が予め設定された許容値以下であれば同期状態と判断し、逆に、同期率が許容値を一定の監視期間連続的に上回っている場合には、非同期状態と判断する。非同期状態は、通常、装置の電源を入れた直後の初期状態や、何らかの原因で同期がはずれた場合に起こる。

【0034】同期状態では、切替制御部 11 によってスイッチを b 側に接続し、位相差 $\Delta \phi_n$ 信号を位相差判定部 12 に入力する。位相差判定部 12 では、位相差 $(\Delta \phi_n)$ の絶対値と $\pi/2$ とを比較する。位相差補正回路 51 は、上記絶対値が $\pi/2$ 以上なら位相誤差を 0 に設定し ($\Delta \phi_n' = 0$)、そうでなければ位相誤差の元の値のまま出力する ($\Delta \phi_n' = \Delta \phi_n$)。上記位相差判定と補正処理により、パイロット信号に周期的に挿入されたユニークワード (図 5) に起因する信号位相の反転 (図 3) が生じて、これを強制的に 0 にすることによって、ループフィルタの誤動作を完全に防止することができる。なお、上記位相差補正 51 は、該位相誤差の絶対値が $\pi/2$ 以上の場合に、位相誤差を 180 度反転し ($\Delta \phi_n > 0$ ならば $\Delta \phi_n' = \Delta \phi_n - 180$ 度、そうでなければ、 $\Delta \phi_n' = \Delta \phi_n + 180$ 度)、そうでなければ、位相誤差の元の値をそのまま出力する ($\Delta \phi_n' = \Delta \phi_n$) ようにしてもよい。このようにしても、上記と同等の効果をえることができる。この場合、参照信号 4 (図 2) は、等価的に、フレーム周期毎にユニークワードを挿入したものとなり、全データに対して PLL の処理を有効に行える利点がある。

【0035】一方、非同期状態では、切替制御部 11 により、スイッチを a 側に接続し、位相誤差 ($\Delta \phi_n$) を位相差補正回路 5 に入力させる。この場合、位相差判定処理は行わず、同期状態となるまで通常の引込み処理が行われる。すなわち、スイッチが a 側に接続された場合の処理は、従来と同等である。

【0036】位相差補正回路 5 では、PLL の逆制御を防止するための補正がなされる。具体的には、図 7 に示すように、位相回転方向（正または負）に応じて、位相差の値が常に同符号となるようにする。これによって、PLL の位相制御方向を同じにし、逆制御を防止できる。例えば、位相が正方向に回転している場合は $\Delta \phi_n$ が 0 から 2π に範囲、負方向に回転している場合は $\Delta \phi_n$ が 0 から -2π の範囲内となるようする。

【0037】位相差補正回路 5、または 51 によって補正された位相誤差 $\Delta \phi_n'$ は、ループフィルタ 6 に入力される。ループフィルタ 6 は、通常よく知られた 2 次 PLL において用いられる雑音除去用の低域フィルタで

あり、その詳細については説明を省略するが、雑音等に起因する位相の急激な変動に不要に追従しないよう、PLL の応答速度を調節するためのものである。ループフィルタ出力は、VCO 7 で積分され、これによって位相回転量 ϕ_n が得られる。

【0038】正弦波発生部 8 は、位相回転量 ϕ_n に応じて $\cos \phi_n$ と $\sin \phi_n$ を発生するためのものである。これらの信号は、前述したように、受信パイロット信号の逆拡散出力を位相補正するために用いられる。この位相補正は、更に、トラフィックチャネル信号のデータ逆拡散出力に対してもなされる。スペクトラム拡散通信において、データは常にパイロット信号と同期して多重化されるので、パイロットの位相を知れば、データの位相を知ることができる。従って、パイロット信号に対して同期を取れば、これと同じ位相でデータ信号を容易に復調できる。位相補正後のトラフィックチャネル出力は、データ復調部 9 において、フレーム先頭検出信号のタイミングで復調され、受信データに復元される。

【0039】次に、本発明における同期状態監視部 (図 6 参照) について述べる。

【0040】同期状態監視部では、既述のように、位相誤差 $\Delta \phi_n$ の値を常時監視し、その値に基づいて同期率を推定し、同期率が予め設定された許容値以下であれば同期状態と判断し、逆に、同期率が許容値より一定の監視期間連続的に大きい場合、非同期状態と判断する。

【0041】図 8 は、その具体的なアルゴリズムを示す。位相差 $\Delta \phi_n$ を入力後、その絶対値が $\pi/2$ より大きいかなかを判定し、もし、大きければ、平均化 LPF (LowPass Filter) の入力値を「1」とし、そうでなければ、LPF の入力値を「0」とする。

【0042】ここで、平均化 LPF は、図 8 に示すように、1 次形がよく知られたデジタルフィルタであり、乗算器 81、加算器 82、遅延素子 83 で構成される。 α はフィルタの応答速度を決定するゲインを示す。

【0043】上記操作により、例えば、PLL が同期せずに $\Delta \phi_n$ が異常に大きくなった場合、LPF 出力 X は、平均値が時間とともに増大することになる（同期率小と推定できる）。PLL が同期している場合の LPF 出力は、平均的に 0 近傍に停留することになる（同期率大と推定できる）。よって、LPF 出力値 X が、許容値 X_0 ($X_0 > 0$) 以下に場合は、同期率は十分高く、PLL が同期状態にあると判断して、同期状態監視部に設けたカウンタの値を 0 にリセットし、同期状態としての切替制御を行う (図 1 のスイッチを a 側に接続する)。

【0044】一方、 $X > X_0$ の場合は、同期率が低く、PLL が非同期の可能性が高いため、この状態が一定期間以上に渡って続くかどうかをパルスカウンタを用いて観測する。すなわち、 $X > X_0$ ならばカウントアップによりカウンタ値 i を「1」増やし、カウント結果が観測期間 M (ビット) より大となったかなかを判定する。カ

ウンタ値 i が M より大であれば、非同期状態と判断し、切替制御によりスイッチ (図 1) を a 側に接続する。

【0045】以上の処理により、本発明では装置内の同期／非同期状態を自動的に観測することが可能となる。尚、 $X0$ と M の値は、例えば次のようにして決定する。

【0046】非同期状態では復号誤り率は統計的に 0.5 となり、「1」か「0」か不明の状態と考えられる。そこで、この値の半分、すなわち 0.25 を越えたものについては非同期の可能性が高いものと判断し、 $X0 = *$

$$(1 - \alpha) \sum_{N=0}^{31} (0.5 \times \alpha^{N+M}) \ll 0.25 \quad (\text{数 } 1)$$

【0048】ここで、ユニークワード到来時の LPF 入力期待値を 0.5 とした。 $N=0 \sim 31$ はユニークワード 32 ビット分に対応する。

【0049】上記実施例の構成によれば、PLL の初期引込み処理で、同期状態と判定されるまでは位相差判定処理は行われなため、PLL の引込みが終了しても、ユニークワードを受信した時の LPF 入力は攪乱される。よって、この時点から M だけ観測した後の LPF 出力が 0.25 よりも十分小さくなれば、PLL は同期したものと判断してよい。これは、観測期間 M に渡って、LPF 出力が 0.25 を越えている場合は、非同期状態と判断できることを意味する。 M の値は、例えば 50 とする。 $M=50$ が上記数式を十分満足することは容易に確かめられる。

【0050】図 9 と図 10 は、本発明による PLL の位相引き込み特性のシミュレーション結果を示す。各図は、それぞれ PLL の応答速度 (立ち上がり時間) が 0.17 ms、2 ms の場合における PLL 位相制御誤差の時間的推移を示しており、上側が従来方式、下側が本発明方式の特性を示している。ここでは、周波数オフセットとして、 $\Delta f = 5 \text{ kHz}$ を仮定している。PLL 位相制御誤差 (単位: rad) は、図 1 における VCO 出力とその理論値との差である。データレートは 32 kbps、1 フレーム (= 960 ビット) は 30 ms に相当する。また、データは時刻 0 でフレームの先頭 (ユニークワード) から受信されるものとしている。

【0051】図より明らかなように、従来方式では、PLL 引き込み後のユニークワード再受信時 (961 ビット目以降) に大きな位相変動が生じてしまい、PLL の特性を著しく劣化させていることがわかる。これに対して、本発明方式では、同時刻でユニークワードが受信されても位相変動の影響を受けず、PLL の誤動作は全くない。これは、同期状態監視手段と位相差判定手段により、異常に大きな位相変動を除去しているためである。

【0052】従来方式では、PLL の応答速度を遅くすることによって、位相変動の影響を軽減しているが、図 10 からわかるように、立ち上がり時間を遅くしても、ユニークワードに起因する位相変動の影響を完全に除去

* 0.25 とする。また、平均化 LPF のパラメータ $\alpha = 0.98$ とする。これは、32 kHz のサンプリングで 1.59 ms (約 50 ビット) の時定数に相当する。ここでは、少なくとも $1/0.25 = 4$ ビットの平均化時間が必要であるから、これで十分である。一方、 M については、次式を満足させる。

【0047】

【数 1】

することはできない。これに対して、本発明方式によれば、ユニークワード到来時にも位相変動の影響を全く受けず、PLL は正常に動作する。

【0053】以上の説明では、準同期検波復調、すなわち、送受信間の搬送波周波数と位相がわずかに異なっている状態で、そのずれを受信部ベースバンド処理にて補償する方式を前提としたが、本発明、同期検波復調、すなわち、送受信間の搬送波周波数と位相ずれをキャリア帯で補償する方式に対しても適用できる。

【0054】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、本発明によれば、基地局は、パイロットチャネルのみにユニークワードを挿入すればよく、同期チャネルを設ける必要がないため、トラフィックチャネルのスループットを向上させることができる。また、移動局では、受信部において、トラフィックチャネルよりも高い送信電力 (通常 10 dB 程度以上) で出力されるパイロットチャネルを用いてフレーム同期を取れるため、従来よりも高い S/N でデータを復調できる。

【0055】また、準同期検波復調装置に同期状態監視手段と、切替制御手段と、位相誤差判定手段とを設けることにより、同期／非同期状態を自動的に観測し、状態に応じた適切な位相差補正処理に切り替えることができる。また、パイロット信号に位相が不規則に変化するデータ (ユニークワード) が含まれていても、それに起因する大きな位相変動の影響をなくし、PLL の誤動作を防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】CDMA 移動通信システムの概念図。

【図 2】従来の CDMA 変復調装置における基地局送信部と移動局受信部の構成を示す図。

【図 3】パイロット信号のフレーム構成の 1 例を示す図。

【図 4】QPSK 変調による信号点配置と受信点の一例を示す図。

【図 5】本発明の CDMA 移動通信システムにおける基地局送信部と移動局受信部の構成を示す図。

【図 6】本発明における準同期検波復調装置の構成を示

す図。

【図7】PLLによる位相の逆制御を防止するための位相差補正を説明するための図。

【図8】同期状態監視手段の説明図。

【図9】準同期検波復調装置におけるPLL引き込み特性のシミュレーション結果の1例を示す図。

【図10】準同期検波復調装置におけるPLL引き込み特性のシミュレーション結果の他の例を示す図。

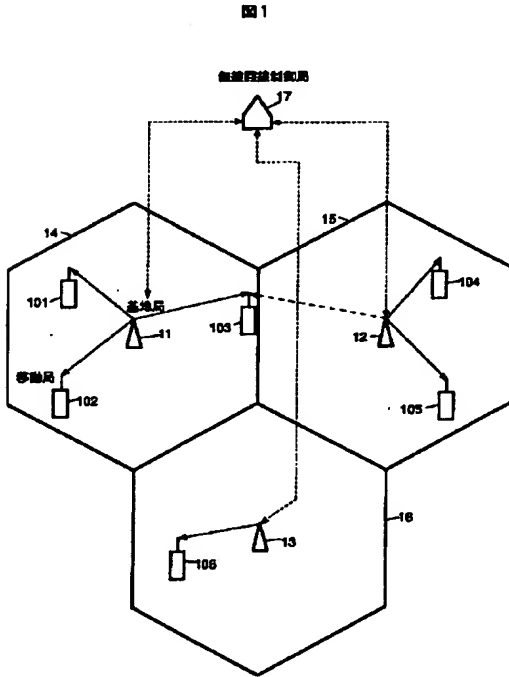
【符号の説明】

1…位相補正部、2…振幅正規化部、3…位相差算出部、4…参照信号、5…位相差補正1、51…位相差補正2、6…ループフィルタ、7…VCO、8…正弦波発

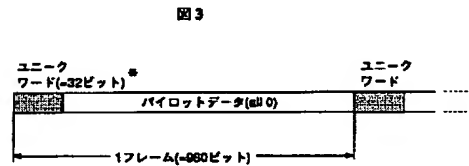
10

生部、9…データ復調部、10…同期状態監視部、11…切替制御部、12…位相差判定部、11～13…基地局、14～16…セル、17…無線回線制御局、21…パイロットデータ発生部、22…位相変調部、23…スペクトル拡散部、24…多重化部、25…同期チャネルデータ発生部、26…ユニークワード挿入部、27…移動局宛データ発生部、28…キャリア変調部、29…基地局アンテナ、30…移動局アンテナ、31…キャリア復調部、32…スペクトル逆拡散部、33、33a…準同期検波復調部、34…フレーム同期部、81…乗算器、82…加算器、83…遅延素子、101～106…移動局。

【図1】

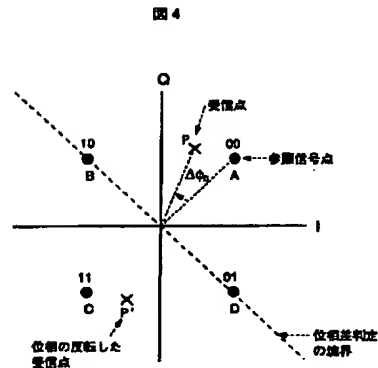


【図3】



* ユニークワード：0110, 1011, 1000, 1001, 1001, 1010, 1111, 0000

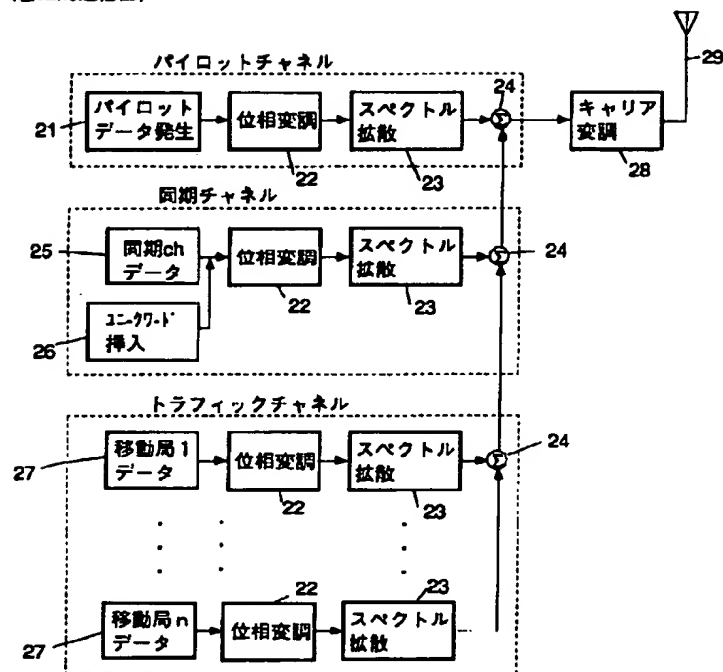
【図4】



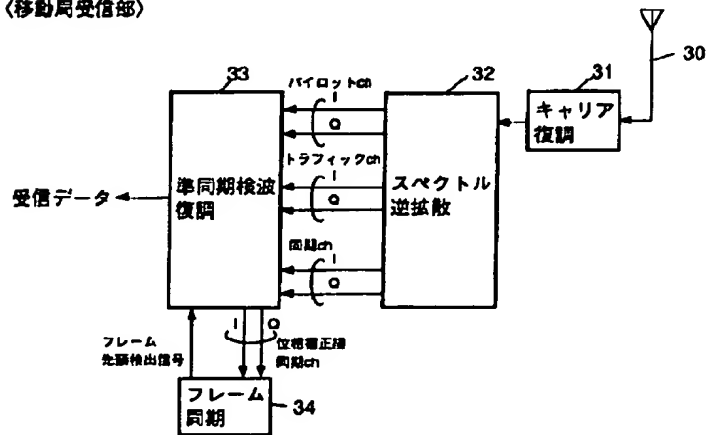
【図2】

図2

〈基地局送信部〉



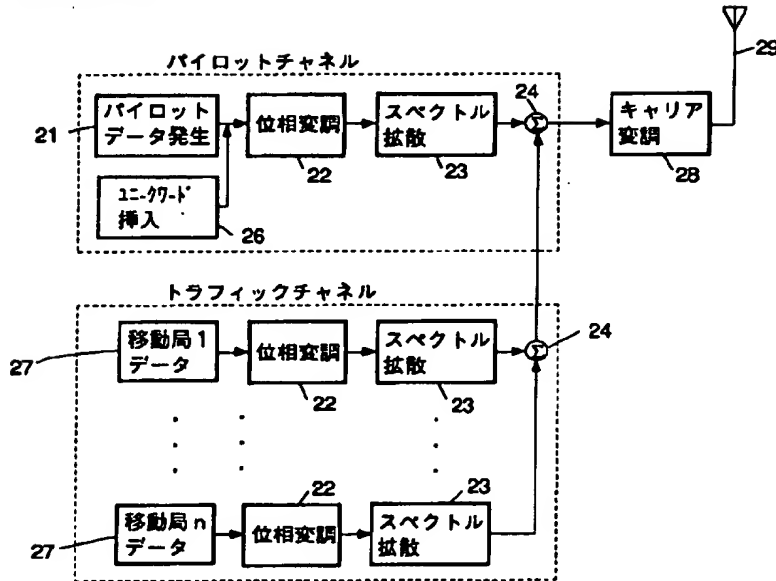
〈移動局受信部〉



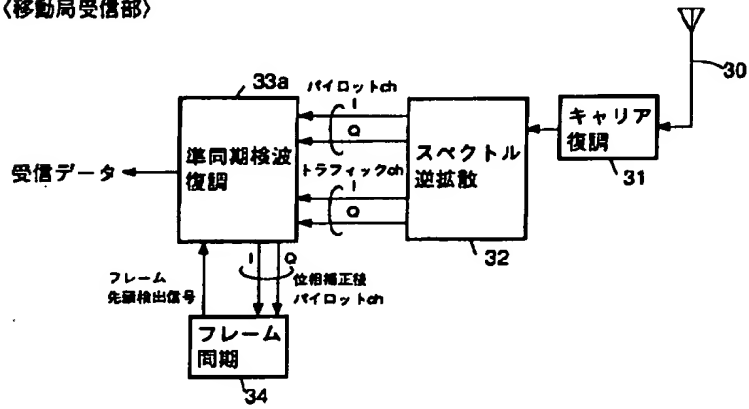
【図5】

図5

〈基地局送信部〉

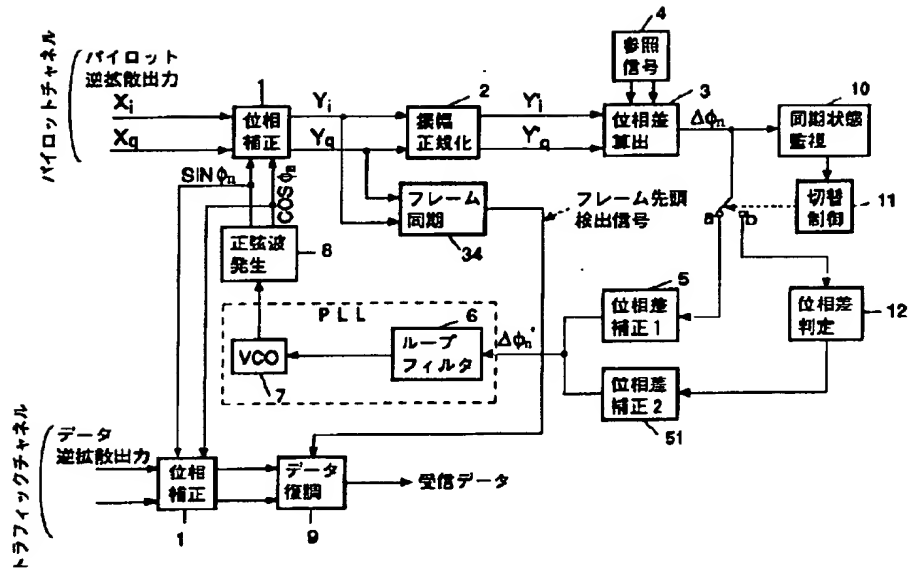


〈移動局受信部〉



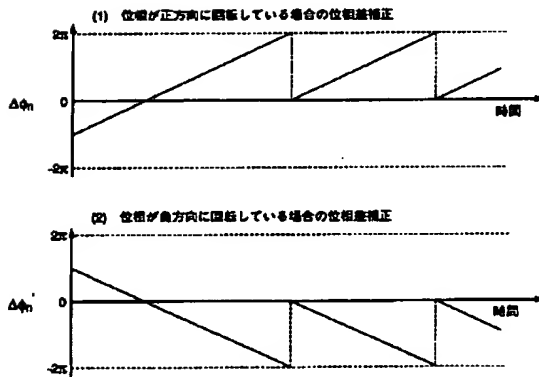
【図6】

図6

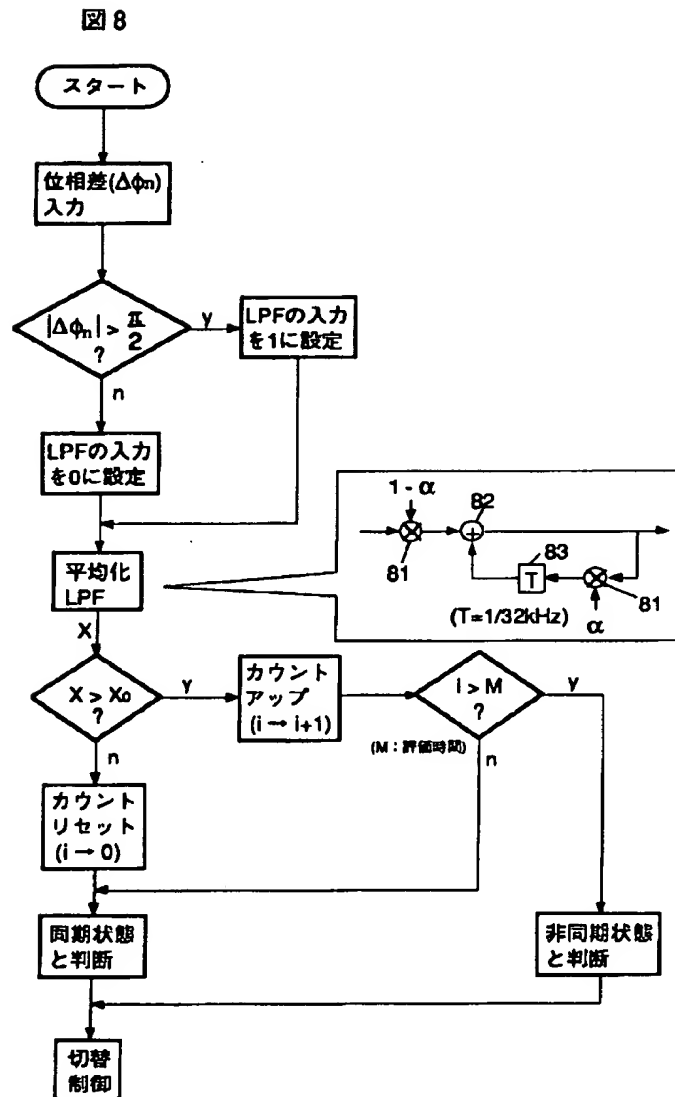


【図7】

図7



【図8】



【図9】

【図10】

図9

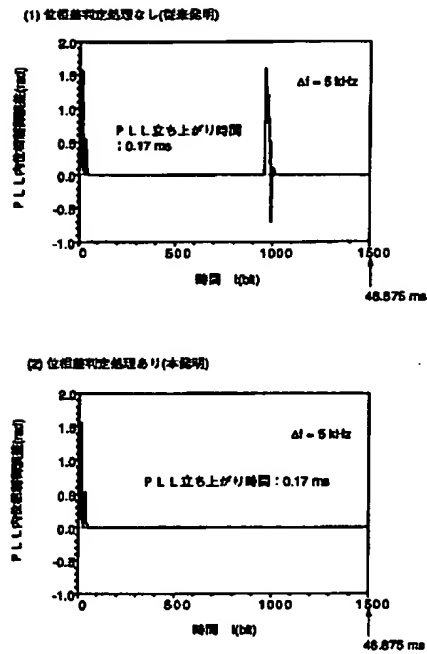
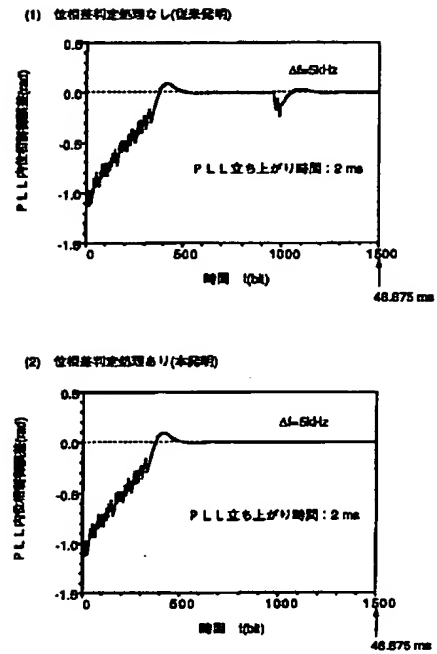


図10



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 6

識別記号

 庁内整理番号
9297-5K

FI

H04L 27/22

技術表示箇所

D